

**COMMUNICATION SYSTEM AND ITS PATH SELECTION SYSTEM**

Patent Number: JP10276208  
Publication date: 1998-10-13  
Inventor(s): TAKEUCHI HIROKAZU  
Applicant(s): TOSHIBA CORP  
Requested Patent: JP10276208  
Application Number: JP19970078009 19970328  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H04L12/28; H04Q3/00  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To allow each communication station to quickly select an optimum path in response to a state change of a network by reducing a control traffic for a type of service(TOS) routing.  
**SOLUTION:** Each of communication stations 101 interconnected in a data communication network ranks communication quality detected depending on the state of its own communication station 101 changing timewise and on the state of link 102 with an adjacent communication station 101, informs link state notice information to each communication station 101 for every change in the ranking of the communication quality of its own communication station 101 to allow each communication station 101 to change contents of its path selection table. Furthermore, each communication station 101 limits a notice range of link state notice information attended with a change in the ranking depending on a degree of the ranking change and limits the notice range when the rank change is small so as to suppress useless control packets from being increased.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-276208

(43) 公開日 平成10年(1998)10月13日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 4 L 12/28

H 0 4 Q 3/00

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20

D

H 0 4 Q 3/00

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願平9-78009

(22) 出願日

平成9年(1997)3月28日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 竹内 広和

東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株

式会社東芝日野工場内

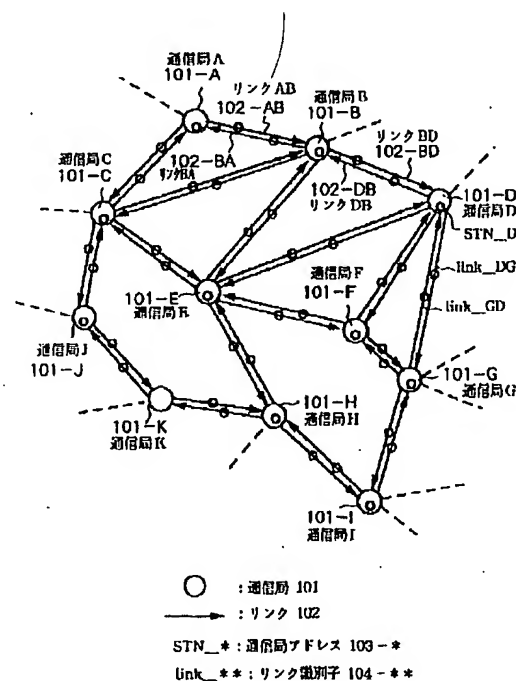
(74) 代理人 弁理士 木村 高久

(54) 【発明の名称】 通信システム及びその経路選択方式

(57) 【要約】

【課題】 TOSルーティングのための制御トラフィックを削減し、各通信局がネットワークの状態変化に応じて最適な経路を迅速に選択可能にする。

【解決手段】 データ通信網内に相互に接続された各通信局101は、時間的に変化する自通信局101の状態と隣接通信局101との間のリンク102の状態とにより検出される通信品質を対象としてそのランク付けを行い、自通信局101における通信品質のランク単位の変化毎にリンク状態通知情報を通知して各通信局101の経路選択テーブルの内容を更新させる。併せて、各通信局101は、上記ランク変化に伴うリンク状態通知情報の通知範囲を当該ランク変化の度合いに応じて制限し、ランク変化が小さい場合には通知範囲を狭めることにより無用な制御バケットの増大を抑制する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 データ通信網内に複数の通信局を物理的または論理的に相互に接続し、前記各通信局は、宛先通信局アドレスに対応して通信品質毎の最適リンクが保持された経路選択テーブルを検索することにより宛先通信局に対する最適経路を決定してデータ送信を行うと共に、隣接する通信局との間のリンク状態の変化に応じて、隣接通信局と宛先通信局を除く全ての通信局とに対してそれぞれ隣接リンク状態通知情報とリンク状態通知情報を通知することにより、当該各通知情報の受理側通信局の経路選択テーブルの内容を更新させ最適通信経路を変更する通信システムの経路選択方式において、

前記通信局は、時間的に変化する自通信局の状態と隣接通信局とのリンク状態とにより検出される通信品質を対象としてそのランク付けを行うランク付け手段と、前記通信品質のランクに応じて前記リンク状態通知情報の通知範囲を規制する制御情報通知範囲規制手段とを具備し、通信局における通信品質のランク単位の変化毎に、当該通信品質のランクに対応した範囲内に存在する通信局の経路選択テーブルの内容を更新させるようにしたことを特徴とする通信システムの経路選択方式。

【請求項2】 ランク付け手段は、前記検出された通信品質の連続する値を複数の閾値で分割し、隣接する各閾値内の通信品質を同一のランクとしてランク付けすることを特徴とする請求項1記載の通信システムの経路選択方式。

【請求項3】 制御情報通知範囲規制手段は、任意の通信経路上で経由可能な通信局数を規定する規定値を通信データに付加して隣接通信局に送信する手段と、受信した通信データ中の前記規定値が隣接通信局に中継する必要がない値に達するまで、経由可能通信局が減少するように当該値を更新して隣接通信局に送信する手段とから構成されることを特徴とする請求項1または2記載の通信システムの経路選択方式。

【請求項4】 データ通信網内に複数の通信局を物理的または論理的に相互に接続して成る通信システムにおいて、

前記通信局は、宛先通信局のアドレスと、該宛先通信局までの最適な通信経路の通信品質と該最適な通信経路の起点となる隣接する通信局までのリンクとが対応付けられて記載された経路選択テーブルと、

時間的に変化する自通信局の状態と、該自通信局と隣接通信局間のリンクの状態から通信品質を検出する通信品質検出手段と、

前記通信品質検出手段が検出した通信品質をランク付けするランク付け手段と、

前記ランク付け手段によってランク付けされたランクが変化した場合は該ランク変化に応じて通知する範囲を限

定した上で該ランクの変化内容を表す変化情報を他通信局に通知する通知手段と、

前記他通信局から受信した前記変化情報に従って前記経路選択テーブルを更新する経路選択テーブル更新手段と、

データの送信に際して、前記経路選択テーブルの前記宛先通信局アドレスと前記通信品質の記載内容を参照して前記最適な通信経路の起点となる隣接する通信局までのリンクを選択するリンク選択手段とを具備することを特徴とする通信システム。

【請求項5】 ランク付け手段は、連続した値をとる通信品質を複数の閾値で分割し、通信品質の値が隣り合う閾値間に含まれる通信品質を同一のランクで示す不連続なランク付けを行うことを特徴とする請求項4記載の通信システム。

【請求項6】 通知手段は、送信通信局において通信経路上で経由する可能性のある通信局数を規定する経由局数データを通信データに付加して隣接する通信局に送信し、該通信データを受信した経由通信局では前記経由局数データが隣接通信局に中継する必要のないことを示す値でない限り前記経由局数データを減少するように更新し、該更新した経由局数データを付した通信データを隣接通信局に送信することを特徴とする請求項4記載の通信システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の通信局が相互接続された通信網において、遅延時間、スループット、誤り率等のサービス品質に応じて最適な通信経路を選択して通信を行う通信システム及びその経路選択方式に関する。

【0002】

【従来の技術】情報化社会の発展に伴って各企業で通信ネットワーク化が進み、いわゆるLANが普及してきている。また、地理的に分散されたLAN相互間での通信を行う要求が高まり、それに応じてルータ、ゲートウェイ等の網間接続装置を介してLANを相互接続して構成が普及するにつれてネットワークの大規模化が進行している。

【0003】更に、近年では、通信データのマルチメディア化に伴ってユーザもしくはアプリケーションから遅延時間、スループット、誤り率、課金等の通信品質に関してその最適化を図るべき指定がなされる場合があり、その指定に見合うサービスを提供するための方法も種々検討されている。

【0004】その1つとして、TOS (Type of Service) ルーティングと呼ばれる、上述したようなサービス品質 (以下、TOSと略称する) に応じて最適な通信経路を選択する方法が知られているが、その実現には以下に述べるような種々の困難が伴ってい

た。

【0005】ここでは、説明の簡単化のために、図1に示すようなルート選択機能を持った通信局101が相互接続されたネットワーク構成を例にしてその問題点を順次整理していくことにする。なお、このネットワークにおける通信局101は、既存のルータ若しくはATM (Asynchronous Transfer Mode) 網におけるコネクションレスサービスを提供するための経路選択機能を持ったサーバのようなものを指している。各通信局101にはアドレスが付与されており、隣接する各通信局101間のリンク102にも識別子が定義されている。特に、隣接通信局間のリンク102を隣接リンクと呼ぶことにする。リンク102は物理的なリンクであっても論理的なリンクであっても差し支えない。

【0006】各通信局101における経路選択方法は、任意の宛て先通信局に図5に示すようなデータ (NPパケット) を送信する際、図6に示すような経路選択テーブル400を検索することにより、宛て先通信局アドレス401とTOS402とに応じて隣接リンク403のうちのどのリンクにパケットを送信すべきかを決定する方法を適用するものとする。

【0007】TOSルーティングを行う上での第1の問題点として、最適経路情報の更新を行うための制御パケットによるトラヒックの増加の問題がある。遅延時間、スループット、誤り率等の通信品質は、ネットワーク構成に係わる端末の追加、削除、回線断のような変化と比べて網内のトラヒック状況により時間的に頻繁に変化する。それ故、各通信局101では、一定周期毎に通信品質に関わる情報を検出して、その変化を他通信局101に通知することによって他通信局101の経路選択テーブル400を更新していく必要がある。従って、各通信局101または各リンク102の状況が変化する毎にその情報変化を通知するためのパケットが網内を乱れ飛ぶことになる。

【0008】例えば、図1において、通信局A (101-A) が通信局H (101-H) に遅延時間最少となるようにデータ送信を行う場合を考える。この場合、ある時点において、最適通信経路は通信局A (101-A) から通信局C (101-C)、通信局E (101-E) を経由して通信局H (101-H) に至る経路であったとする。しかし、その後、ネットワークの負荷状況が変化して通信局C (101-C) と通信局E (101-E) 間のリンクCE (102-CE) の遅延時間が増加するとそれ以外の経路が最適になることがある。このため、このネットワークの状況変化に対応して最適経路を変更するため、つまり経路選択テーブル400を変更するため、リンク102の変化を検出した通信局E (101-E) は状況変化を他通信局101に通知する。そして、変化情報を受信した各通信局101はその情報をもとに経路選択テーブル400を変更し、最適通信経路を

変更する。これにより、例えば、通信局C (101-C)、通信局E (101-E) を経由する最適経路が通信局B (101-B)、通信局E (101-E) を経由するに変わることが起こり得る。

【0009】このように動的に変化する通信品質に応じて経路選択を行うと、通信品質の検出周期毎に変化情報を通知するための制御パケットの交換が各通信局101で行われることになるため、ネットワーク内に制御パケットによるトラヒック負荷が増加することになる。

【0010】TOSルーティングを行う上での第2、第3の問題点は、ネットワークの変化に応じて各通信局101間で経路情報を訂正していく手順である既存のルーティングプロトコル、すなわち、RIP (Routing Information Protocol) に代表されるdistance-vector型アルゴリズムによるプロトコルと、OSPF (Operation Shortest Path First) に代表されるlink-state型アルゴリズムによるプロトコルのどちらを選択するかによって生ずる問題である。

【0011】先ず、distance-vector型アルゴリズムについて説明する。このアルゴリズムによる典型的なプロトコルでは、各通信局101は図6の経路選択テーブル400の他に、図7に示す隣接リンク情報テーブル500及び図19に示す全通信局E-E (エンド-エンド) コスト情報テーブル600を保持している。

【0012】このうち、隣接リンク情報テーブル500は、隣接リンクの通信品質を管理するためのテーブルであり、隣接通信局のアドレス501とTOS502とコスト503が対応づけられている。ここでいうコストとは、遅延時間や誤り率等の通信品質を定量化した値である。また、全通信局E-Eコスト情報テーブル600は、自通信局から全宛先通信局までのエンド-エンドのコストを管理するテーブルであり、全宛先通信局のアドレス601とTOS602とコスト604が対応づけられている。

【0013】また、本アルゴリズムに係わる各通信局101で経路情報を交換するための制御パケットとしては、図8に示す隣接リンク状態通知パケット700と、図20に示すE-E経路情報通知パケット800がある。隣接リンク状態通知パケット700は、隣接リンクのコストを隣接通信局間で一定周期で通知し合うためのパケットである。各通信局101では、隣接リンクのコストを検出してコストに変化があった場合にはその変化情報を通知するため、変化が無かった場合でも隣接リンクの連続性を確認するため、このパケットを送信する。E-E経路情報通知パケット800は、最適経路の変更 (経路選択テーブル400の変更) 及び最適経路のコストの変更が生じた場合に変更情報を隣接通信局101に通知するためのパケットであり、変更があった宛先通信局803、TOS804、及びコスト806が対応づけられている。

【0014】経路選択テーブル400の変更及び最適経路のコスト変更が行われるケースとしては、

・あるリンク102のコストの変化を検出した通信局101から送出される隣接リンク状態通知パケット700を受信し、その情報と現在の全通信局E-Eコスト情報テーブル600から通知された宛先通信局までのコストを再計算し、最少のコストで送信するための隣接リンクが変化した場合

・隣接リンクは変化しなかったがコストが変化した場合  
・上記の変更により隣接通信局101が送信してきたE-E経路情報通知パケット800を受信して最適経路が変化した場合

・最適経路のコストが変更した場合

等が考えられる。

【0015】上述したテーブル500、600及び制御パケット700、800を用いて、網内の通信局101の通信経路が最適化され、経路選択テーブル400が変更される。以下、本アルゴリズム上で、あるリンク102のコストが変化した場合に各通信局101の経路選択テーブル400が更新されて行く場合の処理の流れを述べ

る。

【0016】各通信局101は、隣接通信局間でリンク102の連続性確認と隣接リンクのコストの監視のために隣接リンク状態通知パケット700を交換している。隣接リンク状態通知パケット700を受信した通信局101では、通知された変化情報から該当する隣接リンク102から送信する全通信局E-Eコスト情報テーブル600のエントリを更新する。コストの更新アルゴリズムに関しては種々のものが考えられるが、例えば遅延時間であれば各リンク102の遅延時間の和、誤り率であれば各リンク102の誤り率の積等が挙げられる。全通信局E-Eコスト情報テーブル600の更新により最適経路が変更になった場合（ある宛先通信局とTOSに対する送信すべき隣接リンクが変わった場合）は、経路選択テーブル400を更新し、隣接通信局にE-E経路情報通知パケット800により変更情報を通知する。最適経路は変わらないが最適経路のコストが変化した場合には、経路選択テーブル400の変更は行わないが、E-E経路情報通知パケット800による通知を行う。それ以外の場合は通知の必要はない。

【0017】E-E経路情報通知パケット800により通知を受けた隣接通信局101は、受信した宛て先通信局のコスト変化情報と隣接リンク情報テーブル500の中のE-E経路情報通知パケット800の送信元である隣接通信局に対応するエントリの情報とから、自通信局101から宛先通信局101までのコストを計算し、全通信局E-Eコスト情報テーブル600の宛先通信局101に対応するエントリのコストを前述したようなアルゴリズムで更新する。

【0018】全通信局E-Eコスト情報テーブル600

の更新により、最適経路の変化もしくは最適経路のコストが変化した場合には、隣接リンク状態通知パケット700を受信した場合と同様の処理を行う。これらの手順が、E-E経路情報通知パケット800が通知される度に、コストを再計算、最適経路のコスト変更があればE-E経路情報通知パケット800を送信、という形で各通信局101で繰り返し行われ、網内にリンク102の状態の変化が通知されていく。そして、最適経路の変更、最適経路のコストの変更の起こらない通信局101まで伝搬され、網全体の経路選択が最適化される。

【0019】このように、distance-vector型のルーティングプロトコルでは、各通信局101において、通知された変更情報から、その都度、自通信局101から宛先通信局101までのエンド-エンドのコストを計算して、その情報を隣接通信局101に流していくため、ネットワークの状態変化（コストの変化）の情報の伝搬速度は遅い。従って、あるリンク102のコストが変化したとしても、その情報が関係する全ての通信局101に伝搬するのに時間がかかるという第2の問題を生じることになる。

【0020】次に、link-state型アルゴリズムについて説明する。このアルゴリズムによる典型的なプロトコルでは、各通信局101は図6に示す経路選択テーブル400、図7に示す隣接リンク情報テーブル500の他に、図9に示すネットワーク構成情報テーブル900を保持している。

【0021】隣接リンク情報テーブル500は、distance-vector型のプロトコルと同じく隣接リンク102の通信品質を管理するためのテーブルであり、隣接通信局101のアドレス501とTOS502とコスト503が対応づけられている。

【0022】ネットワーク構成情報テーブル900は、任意の通信局101間の隣接リンク102を管理するためのテーブルであり、隣接する2つの通信局101のアドレス（901、902）とTOS903とコスト904が対応づけられている。このテーブル900は、全通信局共通であり、これにより各通信局101はネットワーク全体の構成を確認できる。

【0023】各通信局101は、このテーブル900からネットワーク全体の構成と各リンク102のコストを認識できるので、これらの情報を用いて任意の宛先通信局101とTOSに応じたコストをDijkstraのアルゴリズム等で計算することによって最適な経路を計算することができる。

【0024】また、本アルゴリズムに係わる各通信局101で経路情報を交換するためのパケットとしては、図8に示す隣接リンク状態通知パケット700と図12に示すリンク状態通知パケット1200がある。

【0025】隣接リンク状態通知パケット700は、distance-vector型のプロトコルと同じく隣接リンク10

2のコストを隣接通信局101間で一定周期で通知するためのバケットである。各通信局101では、隣接リンク102のコストを検出し、コストに変化があった場合にはその変化情報を通知するため、変化がなかった場合でも隣接リンクの連続性を確認するため、このバケットを送信する。

【0026】リンク状態通知バケット1200は、リンク102の状態変化を検出した通信局101が隣接リンク状態通知バケット700によって通知する隣接通信局101を除いた他隣接通信局101にこの状態変化を通知するためのバケットであり、更には、隣接リンク状態通知バケット700やリンク状態通知バケット1200により状態変化を知らされた通信局101が変化情報を他隣接通信局101に通知するためのバケットである。内容は、状態が変化したリンク102とそのTOSとコストが書かれている。

【0027】このバケット1200を全通信局101に同報する方法としては、同報アドレスを予め定義しておき、このバケット1200を受信した通信局101は受信リンク102以外の隣接リンク102へ送出すればよい。通信経路がループする場合は、寿命制御を行うことにより、寿命のきれたバケットは消去するか、以前受信したバケットと同一の情報を持つ、すなわちネットワーク構成情報テーブル900を更新しないバケットであれば消去すればよい。従って、このバケット1200を受信した通信局101は、ループしてきたバケットかどうかをチェックし、ループでなければそのままの内容を中継するのみである。各テーブルの更新はその後、行えばよい。

【0028】これらのテーブル500、900及び制御バケット700、1200により、網内の通信局101の通信経路が最適化され、経路選択テーブル400が更新される。以下、本アルゴリズム上で、あるリンク102のコストが変化した場合に各通信局101の経路選択テーブル400が更新されて行く場合の処理の流れを述べる。

【0029】各通信局101は、隣接通信局101間で生存確認と隣接リンク102のコストの監視のために隣接リンク状態通知バケット700を交換している。隣接リンク状態通知バケット700を受けた通信局101では、通知された変化情報をリンク状態通知バケット1200により同報アドレスで隣接通信局101に送信すると共に、該当するリンク102のネットワーク構成情報テーブル900を更新する。ネットワーク構成情報テーブル900が更新されると各宛先通信局101とTOSに対するコスト最少の最適通信経路を再計算し、最適経路内の送信すべき隣接リンク102に変更があれば経路選択テーブル400を更新する。リンク状態通知バケット1200を受けた隣接通信局101は、通知された情報と自通信局101が保持しているネットワーク構成情

報テーブル900とを比較し、違いが無ければループしてきたリンク状態通知バケット1200と判断し、バケットを消去する。違いがあれば受信した情報をそのまま中継すると共に該当するリンク102のネットワーク構成情報テーブル900を更新し、必要があれば経路選択テーブル400も更新する。

【0030】これらの手順が、リンク状態が変化するのに伴いリンク状態通知バケット1200が通知される毎に各通信局101で繰り返され、網内を情報変化が通知されていく。この場合、前述のdistance-vector型のアルゴリズムと違って、各通信局101ではバケットを受信してから送信するまでにコストの再計算、バケットの書き替えという処理がないため、変化情報が網内を高速で伝搬していく。

【0031】しかしながら、リンク102の状態変化を検出した通信局101は全通信局101の経路選択テーブル400が更新される必要がないにも関わらず全通信局101に同報する必要があることから、distance-vector型のアルゴリズムと比べてリンク状態情報の通知範囲は大きくなり、その結果、制御バケットによるトラヒックが多くなるという第3の問題が生じてくる。

【0032】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く、遅延時間、誤り率、スループット等の通信品質は、ネットワーク構成に関わる端末の追加、削除、回線断のような変化と比較して、網内のトラヒック状況により時間的に頻繁に変化するが、これに対応するために従来のTOSルーティングでは、各通信局が、一定周期毎に上記通信品質に関わる情報を検出してその変化を他通信局に通知することによって他通信局の経路選択テーブルを更新するようにしていたため、各通信局または各リンクの状態が変化する毎にその変化情報を通知するためのバケットが網内を乱れ飛ぶこととなり、この最適経路情報の更新を行うための制御バケットによるトラヒックの増大を避けられないという問題点があった。

【0033】また、従来のTOSルーティングプロトコルの1つとして、distance-vector型ルーティングプロトコルがあったが、同プロトコルの場合、各通信局において通知された変更情報から、その都度、自通信局から宛先通信局までのエンドーエンドのコストを再計算し、その情報を隣接通信局に流して行くため、ネットワークの状態変化(コスト変化)情報の伝搬速度が遅く、あるリンクのコストの変化情報を関係する全ての通信局に迅速に通知できないという問題点があった。

【0034】更に、こうした最適経路情報更新処理のレスポンス改善に有用なものとして、link-state型ルーティングプロトコルも提案されていたが、同プロトコルの場合、リンクの状態の変化を検出した通信局は全通信局の経路選択テーブルが更新される必要がないにも拘らず全通信局に対してリンク状態情報を同報通信する必要性

があり、リンク状態情報の通知範囲が大きくなる結果、制御パケットによるトラフィック増大を招来するという問題点があった。

【0035】本発明の第1の目的は、TOSルーティングにおいて、最適経路情報の更新を行うための制御パケットによるトラフィックの増大を抑えこむことのできる通信システム及びその経路選択方式を提供することにある。

【0036】本発明の第2の目的は、TOSルーティングにおいて、ネットワークの状態変化を検出してから各通信局の経路選択テーブルが更新される間のレスポンスを改善して最適経路の迅速な選択を実現可能な通信システム及びその経路選択方式を提供することにある。

【0037】本発明の第3の目的は、TOSルーティングにおいて、リンク状態情報の同報通知範囲が実質的に制限されておらず、該リンク状態情報同報用の制御パケットが全通信局間を流通することに起因するトラフィック増大を回避可能な通信システム及びその経路選択方式を提供することにある。

【0038】

【課題を解決するための手段】本願の第1の発明は、データ通信網内に複数の通信局を物理的または論理的に相互に接続し、前記各通信局は、宛先通信局アドレスに対応して通信品質毎の最適リンクが保持された経路選択テーブルを検索することにより宛先通信局に対する最適経路を決定してデータ送信を行うと共に、隣接する通信局との間のリンク状態の変化に応じて、隣接通信局と宛先通信局を除く全ての通信局とに対してそれぞれ隣接リンク状態通知情報とリンク状態通知情報を通知することにより、当該各通知情報の受理側通信局の経路選択テーブルの内容を更新させ最適通信経路を変更する通信システムの経路選択方式において、前記通信局は、時間的に変化する自通信局の状態と隣接通信局とのリンク状態とにより検出される通信品質を対象としてそのランク付けを行うランク付け手段と、前記通信品質のランクに応じて前記リンク状態通知情報の通知範囲を規制する制御情報通知範囲規制手段とを具備し、通信局における通信品質のランク単位の変化毎に、当該通信品質のランクに対応した範囲内に存在する通信局の経路選択テーブルの内容を更新させるようにしたことを特徴とする。

【0039】望ましくは、ランク付け手段は、前記検出された通信品質の連続する値を複数の閾値で分割し、隣接する各閾値内の通信品質を同一のランクとしてランク付けることを特徴とする。

【0040】また、制御情報通知範囲規制手段は、任意の通信経路上で経由可能な通信局数を規定する規定値を通信データに付加して隣接通信局に送信する手段と、受信した通信データ中の前記規定値が隣接通信局に中継する必要がある値に達するまで、経由可能通信局が減少するように当該値を更新して隣接通信局に送信する手段とから構成されることを特徴とする。

【0041】また、本願の第2の発明は、データ通信網内に複数の通信局を物理的または論理的に相互に接続して成る通信システムにおいて、前記通信局は、宛先通信局のアドレスと、該宛先通信局までの最適通信経路の通信品質と該最適通信経路の起点となる隣接する通信局までのリンクとが対応付けられて記載された経路選択テーブルと、時間的に変化する自通信局の状態と、該自通信局と隣接通信局間のリンクの状態から通信品質を検出する通信品質検出手段と、前記通信品質検出手段が検出した通信品質をランク付けするランク付け手段と、前記ランク付け手段によってランク付けされたランクが変化した場合に該ランク変化に応じて通知する範囲を限定した上で該ランクの変化内容を表す変化情報を他通信局に通知する通知手段と、前記他通信局から受信した前記変化情報に従って前記経路選択テーブルを更新する経路選択テーブル更新手段と、データの送信に際して、前記経路選択テーブルの前記宛先通信局アドレスと前記通信品質の記載内容を参照して前記最適通信経路の起点となる隣接する通信局までのリンクを選択するリンク選択手段とを具備することを特徴とする。

【0042】望ましくは、ランク付け手段は、連続した値をとる通信品質を複数の閾値で分割し、通信品質の値が隣り合う閾値間に含まれる通信品質を同一のランクで示す不連続なランク付けを行うことを特徴とする。

【0043】また、通知手段は、送信通信局において通信経路上で経由する可能性のある通信局数を規定する経由局数データを通信データに付加して隣接する通信局に送信し、該通信データを受信した経由通信局では前記経由局数データが隣接通信局に中継する必要のないことを示す値でない限り前記経由局数データを減少するように更新し、該更新した経由局数データを付した通信データを隣接通信局に送信することを特徴とする。

【0044】

【作用】本発明では、連続的な値をとる通信品質を幾つかの閾値で区切り、ある閾値の範囲内であれば同一ランクとして扱い、その閾値から逸脱することによりランクの変化が起こった時にのみ状態変化を他の通信局に通知するようにしたものである。遅延時間、誤り率等の通信品質は連続的な値をとるため、その連続的な変化毎に状態変化を通知していたのでは制御パケットが多すぎるが、この点の対策として、本発明では、通信品質のランク付け（離散化）を行い、少々の状態変化の場合には通知を不要とすることで、制御トラフィックを削減している。なお、本発明に係わるランクとは上述した制御で扱われるコストに対応するものである。

【0045】また、本発明では、全通信局に構成情報を持たせ、基本的にlink-state型と同様のテーブル更新アルゴリズムを用いて運用するため、各通信局は受信したリンク状態通知パケットをそのまま中継するだけでよ

く、網内の状態情報の伝搬も早くレスポンスも良好に保



てる。

【0046】更に、link-state型アルゴリズムを用いた場合における同報パケットの増加という問題に対しては、上述したリンクの変化に応じたリンク状態通知パケットの通知に際してその通知範囲を適宜に制限することにより対処している。

【0047】すなわち、本発明では、あるリンクのコストの状態が変化したとしても、その変化点から離れた位置にある（多くの中継通信局を経由する）通信局では経路選択テーブルを更新する必要がなく、また、リンクの度合いによっても経路選択テーブルが更新される範囲は変わるといった点に着目し、リンクの変化が起こったとしても全通信局（階層化されている場合には同一エリア内の全ての通信局）に通知するのではなく、その変化の度合いに応じて情報を通知する範囲を制限するようにしている。

【0048】例えば、大きな変化が起こった場合には、これを検出した通信局は遠くまで通知を行い、レベルが少し変わった程度の少々の変化が発生した場合には、これを検出した通信局は近くの通信局までしか通知しないようにすることにより、意味のないリンク状態通知パケットが流れる範囲を制限することで、制御トラヒックを低減できるようになる。状態変化の度合いに応じて状態通知範囲を制限する方法としては、到達可能HOP数を調節して同報する方法を適用できる。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態を添付図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明に係わるTOSルーティング方式を適用して成る通信システムのネットワーク構成を示したものである。同図において、各通信局101は、他の単一もしくは複数の通信局101と双方向のデータ通信が可能なリンク102で接続されている。このリンク102は、例えばATMコネクシオンにより実現できる。この場合、各通信局101間のリンク102は物理的なリンクではなく、仮想チャネル識別子（VPI/VC1）に対応する論理的なものである。

【0050】通信局101間にはデータの流れる方向に応じてリンク102が定義されており、各通信局101の隣接リンク102には異なるリンク識別子（link \*）が付与されている。リンク102は論理的なものを示しているため、リンク102内に単一もしくは複数の交換機が介在する場合も考えられるが、各通信局101でリンク識別子と隣接通信局が1対1で対応付けられている限り問題はない。各リンク102の通信品質はトラヒック状況、障害の発生などにより時間的に変化する。

【0051】通信局101にはアドレス（STN \*\*）が付与されており、これら通信局101での経路選択は、送信データ内に格納されている宛先通信局アドレスと指定されたサービス品質（TOS）に基づいてデータを送出

すべき隣接リンク102を決定する方式（TOSルーティング方式）で行われる。

【0052】図2は、本発明に係わる通信システムの各通信局101の機能構成を示すブロック図であり、図3は、これら各通信局101の要部詳細構成を示すブロック図である。図2に示すように、各通信局101は、インタフェース部11、スイッチ部12、パケット分解／組立部13、CPU14、メモリ15、タイマ16をを具備して構成される。また、これらのうち、CPU14は、図3に示す如く、通信品質検出部141、リンク付け部142、変化検出部143、リンク状態通知範囲制限部144、制御パケット通知部145、テーブル更新処理部146、タイマ監視部147、経路選択部148を具備して構成される。また、メモリ15には、経路選択テーブル400、隣接リンク情報テーブル500、ネットワーク構成情報テーブル900、最適経路経由通信局テーブル1000、通知範囲設定テーブル1100が設けられている。

【0053】図4は、本発明に係わる通信システムのTOSルーティングで用いられるプロトコルスタックの一例を示すものである。TOSルーティングを行うための各通信局101間の制御パケットの交換は、このプロトコルスタックによって行われる。このプロトコルスタックにおいて、RP（ルーティングプロトコル）200-1は、TOSルーティングを行う上で各通信局101間でリンク102の通信品質を交換したり、TOSに応じて最適経路の更新を行うためのプロトコルである。パケットとしては、図8に示す隣接リンク状態通知パケット700と図12に示すリンク状態通知パケット1200が定義されている。

【0054】NP（ネットワークプロトコル）200-2は、IP（インターネットプロトコル）に代表されるネットワーク層のプロトコルであり、宛先通信局アドレスに応じて送出すべき隣接リンクを決定するためのものである。本実施の形態では、NP200-2のパケットフォーマットは、図5に示すように定義する。このNPパケット300の情報部202-Bには、経路情報を交換するために、RPパケット201が格納されている。各通信局101には、NPのアドレスが付与されている。

【0055】AAL（ATMアダプテーションレイヤ）200-3は、ATMのアダプテーションのための副層であり、ヘッダ203-A、トレイラ203-Cにはデータ長、CRC等が記載されている。

【0056】ATM200-4は、AALパケット203をセルと呼ばれる53バイトの固定長短パケットに分解し、またこれとは逆に、セルからAALパケット203の組み立てを行うためのものである。セルヘッダ204-Aには、通信局101と交換機間のVPI/VC1、あるいは交換機間のVPI/VC1が付与されてい



る。図1において、リンク識別子(link \*\*)は、通信局101間のリンク102の識別子であるが、通信局101間にコネクションが設定されていれば、隣接通信局101に対応するVPI/VCIがリンク識別子に対応する。なお、本実施の形態では物理層としてATMを想定したが、ATMだけに限定する必要がないことはいうまでもない。

【0057】図5は、本発明に係わる通信システムで用いられるNPパケット300のフォーマットの一例を示すものである。NPパケット300は、宛先通信局アドレスフィールド301、発信通信局アドレスフィールド302、TOSフィールド303、プロトコルフィールド304、データ長フィールド305を含むヘッダ部202-Aと、情報部202-Bとから成る。各通信局101では、NPパケット300のヘッダ部202-Aの情報に基づいて経路選択を行う。

【0058】宛先通信局アドレスフィールド301には、最終的にデータを送るべき通信局101のNPアドレスが書かれる。従って、中継通信局101ではこのアドレスを書き替えることはない。NPパケット300を発信する通信局101あるいは受信したNPパケット300を中継する通信局101では、このNPアドレスからの隣接通信局101に送信すべきかを決定する。発信通信局アドレスフィールド302にはデータの発信元のNPアドレスが書かれる。このアドレスも、中継する際に書き替えられることはない。

【0059】TOSフィールド303にはNPパケット300のサービス品質を指定するためのパラメータが書かれる。つまり、遅延、誤り率、スループット、課金等のサービス品質が指定される。NPパケット300を発信若しくは中継する通信局101では、TOSパラメータが指定された場合、指定されたTOSに対する宛先通信局101までの経路が最適(遅延時間が最少、誤り率が最少等)と成るように隣接通信局101を決定する。

【0060】プロトコルフィールド304には、上位層のプロトコルを指定するためのパラメータが書かれる。この値は上位層のプロトコルに対して1対1に対応した値である。特に、経路情報を交換するため用いられる例えば図4に示すようなプロトコルスタックにおいては、RP200-1に対応する値が書かれている。データ長フィールド305には、ヘッダ部202-A、情報部202-Bを含めたNPパケット300のオクテット長が書かれる。情報部202-Bには、上位層のプロトコルのデータが格納される。

【0061】図6、図7、図9～図11は、各通信局101が経路選択やTOSに応じた経路情報の更新のために必要な各テーブルの構成例を示したものである。また、図8および図12は経路情報を交換するためのRP200-1の制御パケットのフォーマットの一例を示したものである。これらのテーブルとパケットを使ってネ

ットワーク全体の通信経路が最適化される。

【0062】以下、これらテーブル及びパケットの詳細について順次説明する。まず、図6に示される経路選択テーブル400は、NPパケット300を送信する通信局101がNPパケットヘッダ内に指定されている宛先通信局アドレスとTOSに対する最適なリンク102

(ATM層のリンク識別子VPI/VCIに対応するもの)を決定するためのテーブルである。

【0063】同テーブル400中、宛先通信局アドレス401は、宛先通信局のNPアドレスである。TOS402は、遅延(delay)、誤り率(error rate)、スループット(throughput)、課金(payment)等のサービス品質である。

【0064】リンク識別子403は、宛先通信局アドレス401とTOS402に対応した、着信もしくは中継すべき最適な隣接通信局101に送信するためのATMセルヘッダ内のVPI/VCIを示したものである。ATMセルヘッダ内のVPI/VCIは送信通信局101が付加すべきリンク識別子であり、リンク102の間に交換機が介在する場合には受信側の隣接通信局101ではVPI/VCIは付け変わっている場合も考えられる。

【0065】図7は、隣接リンク情報テーブル500を示している。隣接リンク情報テーブル500は、隣接通信局101から自通信局向きのリンク102のコストを管理するためのテーブルであり、隣接通信局アドレス501に対し、TOS502、コスト503、監視カウンタ504が対応付けられている。各通信局101は、一定周期で自通信局向きの隣接リンク102の通信品質を検出し、それまでの隣接リンク情報テーブル500の情報に変化があれば、該テーブル内容を更新すると共にその変化を他通信局101に通知する。

【0066】隣接通信局アドレス501は、管理する隣接リンクに対応する隣接通信局のNPアドレスである。TOS502は、管理するサービス品質種別であり、経路選択テーブル400と同じ遅延(delay)、誤り率(error rate)、スループット(throughput)、課金(payment)等のサービス品質を示す。

【0067】コスト503は、TOS502に対する通信品質をランク付けした値である。ここで遅延、誤り率等の通信品質は連続した値であるが、これらの値も特定数(たとえば8)の閾値で区切ることによってランク付けをして表すようにする。コスト503は、このランクを示している。従って、通信品質が変化したとしても閾値範囲内であればテーブルの変更は行わない。

【0068】監視カウンタ504は、隣接リンク102の連続性をチェックするためのカウンタである。隣接通信局101間では、自通信局向きのリンク102の通信品質を通知する目的と、通信品質の変化の有無に拘らずリンク102の連続性をチェックする目的で、図8に示

す隣接リンク状態通知パケット700を一定周期で交換している。各通信局101では隣接リンク監視タイマ（図2におけるタイマ16）を持ち、一定周期内に隣接リンク状態通知パケット700を受信しなかった場合、このカウンタを更新する。カウンタ値が規定値（例えば3）以上になった場合、回線断と判断する。

【0069】図9は、ネットワーク構成情報テーブル900を示している。ネットワーク構成情報テーブル900は、ネットワークの全リンク情報を管理するためのテーブルであり、発通信局アドレス901と着通信局アドレス902に対して、TOS903、コスト904が対応付けられている。各通信局101は、このテーブル900によりネットワーク全体の構成を把握し、この情報から宛先通信局101とTOSに対する最適経路を計算する。

【0070】発通信局アドレス901と着通信局アドレス902は、各々のNPアドレスであり、発通信局から着通信局方向のリンクに対応する。TOS903とコスト904は、隣接リンク情報テーブル500と同じくサービス品質種別と通信品質のランクである。

【0071】図10は、最適経路経由通信局テーブル1000を示している。最適経路経由通信局テーブル1000は、あるTOS1002で宛先通信局に通信する場合、そこに到達するまでに経由する中継局を表すテーブルであり、宛先通信局アドレス1001、TOS1002、中継通信局1003が対応付けられている。各通信局101は、ネットワーク構成情報テーブル900から、各宛先通信局アドレス1001に対する通信経路をDijkstraのアルゴリズム等で計算することで、最適経路における中継通信局（つまり経由するリンク102）を求めることができる。しかし、その場合、リンク102の状態変化を検出した各通信局101が送信する図12に示すリンク状態通知パケット1200に応じて、最適経路を再計算する必要がある。この場合、通知された変化情報とこのテーブル1000により、どの宛先アドレスに対する経路を再計算すれば良いのかを判断する。判断の基準は、図15に示す各種テーブル更新ルーティンで行うが詳細は後述する。

【0072】宛先通信局アドレス1001は、宛先通信局のNPアドレスである。TOS1002は、サービス品質種別である。中継通信局1003は、宛先通信局101に指定されたTOSで送信する場合の最適経路が経由する中継局のNPアドレスである。

【0073】図11は、通知範囲設定テーブル1100を示している。通知範囲設定テーブル1100は、隣接リンク102の状態変化（コスト変化1101）に対してどの範囲まで変化情報を通知するか、つまりリンク状態通知パケット1200をどこまで流すかを決定するテーブルであり、コスト変化1101とTOS1102と通知範囲1103が対応付けられている。

【0074】隣接リンクの変化を検出した通信局101は、隣接リンク状態通知パケット700により、その変化を検出したリンク102に対応する隣接通信局101に通知すると共に、リンク状態通知パケット1200により、他の隣接通信局101にもその検出結果を通知する。また、隣接リンク状態通知パケット700によりリンク状態変化を通知された通信局101も、リンク状態通知パケット1200により他の隣接通信局101に対して通知する。その際、通知範囲を限定することを目的として、リンク状態通知パケット1200のHOP数のパラメータを設定する。リンク状態通知パケット1200を受信、中継する通信局101では、HOP数を調べ、その数が正の値であればこの値をデクリメント後に中継し、0であればリンク状態通知パケット1200は中継せず破棄する。かかる処理によって、リンク状態を検出した通信局101がコスト変化の度合いに応じて通知範囲を限定できる。

【0075】同テーブル1100中、コスト変化1101は、それまでのリンク102のコストとリンク状態通知パケット1200で通知されたコストとの差分コストの絶対値である。TOS1102は、変化したコストに対応するサービス品質である。通知範囲1103は、隣接リンクの状態変化を検出した通信局101がコスト変化1101とTOS1102から求めるリンク状態通知パケット1200のHOP数に対応する値である。

【0076】次に、制御パケットについて説明する。図8は、隣接リンク状態通知パケット700のフォーマットの一例を示している。隣接リンク状態通知パケット700は、隣接通信局101から自通信局向きの隣接リンク102のコストを通知するためのPRパケットであり、パケット種別フィールド701、パケット長フィールド702、アドレス種別フィールド703、HOP数フィールド704を含む共通ヘッダ部201-Aと、発通信局アドレスフィールド705、TOSの数フィールド706、TOSフィールド707、コストフィールド708を含む情報部201-Bから成る。

【0077】各通信局101は、一定周期で自通信局向きの隣接リンク102の通信品質を検出し、それまでの隣接リンク情報テーブル500の情報との間に変化があれば、このパケット700により他通信局101に通知する。変化が無い場合でも、隣接リンク102の連続性確認のため、TOSの数フィールド706以下のフィールドのないパケットを送信する。

【0078】この隣接リンク状態通知パケット700において、パケット種別フィールド701には、同パケット700か図12に示すリンク状態通知パケット1200かを区別するためにRPパケット種別が書かれている。パケット長フィールド702には、共通ヘッダ部201-Aと情報部201-Bを合わせたパケットのオクテット長が書かれる。

【0079】アドレス種別フィールド703には、IP、OSI、IPX等のNPで用いるアドレスの種別が書かれる。HOP数フィールド704は、このパケット700が経由可能な中継通信局数が書かれている。各通信局101では、RPパケットを中継する都度、この値をデクリメントしていき、この値が0になった時点で廃棄する。発信通信局アドレスフィールド705には、アドレス種別に対応したNPの発信局のアドレスが書かれる。TOS数フィールド706には、このパケットで通知する隣接リンクで変化のあったTOSの数が書かれる。この数は、以下のTOSとコストのエントリ数に対応する。TOSフィールド707、コストフィールド708は変化があったTOSと変化後のリンクコスト値が書かれる。

【0080】図12は、リンク状態通知パケット1200のフォーマットの一例を示すものである。リンク状態通知パケット1200は、隣接リンク102の変化を検出した通信局101が隣接リンク状態通知パケット700で通知する通信局以外の通信局101に通知する場合と、隣接リンク状態通知パケット700によりリンク状態の変化を通知された通信局101が隣接通信局101に通知する場合と、リンク状態通知パケット1200によりリンク状態の変化を通知された通信局101が隣接通信局101に通知する場合に用いられるパケットである。

【0081】このパケット1200のフィールドは、RPパケット共通の共通ヘッダ部201-Aと、リンク数フィールド1201、リンクを識別するための発信通信局アドレスフィールド1202及び着通信局アドレスフィールド1203、TOS数フィールド1204、TOSフィールド1205、コストフィールド1206を含む情報部201-Bから成る。

【0082】共通ヘッダ部201-Aは、隣接リンク状態通知パケット700の共通ヘッダ部201-Aと同一である。

【0083】リンク数フィールド1201には、変化を通知するリンク数が書かれ、発信通信局アドレスからコストまでの一連のリンク変化情報のエントリ数に対応する。発信通信局アドレスフィールド1202及び着通信局アドレスフィールド1203には、隣接する通信局101のアドレスが書かれ、発側から着側向きのリンク102に対応する。このアドレスは、共通ヘッダ内アドレス種別で指示されるNPのアドレスである。

【0084】TOS数フィールド1204には、発信通信局アドレスフィールド1202及び着通信局アドレスフィールド1203で指定されるリンク102で変化があったTOSの数が書かれる。TOSフィールド1205、コストフィールド1206は、隣接リンク状態通知パケット700のものと同一である。

【0085】以下、上述したNPを用いてNPパケット

300を送信するためのルーチン、及び各通信局101がRPを用いてリンク変化情報を交換するために必要なルーチンを図13～図18に示すフローチャートを参照して詳述する。

【0086】図13は、送信要求ルーチン1300のフローチャートを示すものである。送信要求ルーチン1300は、NPを用いてNPパケット300を送信するためのルーチンである。

【0087】NPパケット300を送信する要求が生じた場合(ステップ1301)、その発信通信局101では、先ず、制御パケット発行部145により、宛先通信局アドレス、TOS等の情報を含むNPパケット300(図5参照)を生成する(ステップ1302)。次に、経路選択部148により、そのNPパケット300の宛先通信局アドレス301から経路選択テーブル400を検索して、送信すべき隣接通信局つまりリンク識別子403を決定する(ステップ1303)。

【0088】リンク識別子403が決定できれば、制御パケット発行部145は、図4に示したプロトコルスタックに基づいてATMセルに分解し、セルヘッダにリンク識別子403を付与して送信する(ステップ1304)。NPパケット300送信後、送信要求ルーチン1300は終了する(ステップ1305)。

【0089】図14は、通信品質検出ルーチン1400のフローチャートを示している。通信品質検出ルーチン1400は、各通信局101が一定周期で隣接リンクの通信品質を検出し、変化があれば他通信局に通知するためのルーチンである。

【0090】前回の検出時期より一定時間が過ぎると、各通信局101は当該ルーチン1400を起動し(ステップ1401)、通信品質検出部141にて前検出時期より収集してきた隣接リンクの遅延時間、誤り率等の統計情報を調べ(ステップ1402)、それら統計情報をコストに換算する(ステップ1403)。コストは、通信品質の検出値を、ランク付け部142により、特定数の閾値で段階的に区切って例えば8ランク等のランク数でランク付けした値で示される。このコストの換算法については、統計情報の平均値、最大値、最小値など様々考えられる。

【0091】コストを求めた後、変化検出部143では、隣接リンク情報テーブル500から該当する隣接リンクのそれ以前のコストを調べ、検出し換算したコストと比較する(ステップ1404)。

【0092】検出したコストとそれ以前のコストが異なる場合には、制御パケット発行部145は、隣接リンク状態通知パケット700のヘッダ部に所定の情報を、情報部には自通信局アドレスを書き込んだ後、更に、変化したTOS数と変化後のコストの全てを書き込みことにより隣接リンク状態通知パケット700を完成した後(ステップ1405)、検出した隣接リンクに相当する

隣接通信局に当該隣接リンク状態通知パケット700を送信する(ステップ1406)。

【0093】次に、上記通知した隣接通信局以外の隣接通信局へリンク状態通知パケット1200により変化情報を通知する。まず、リンク状態通知範囲制限部144は、通知範囲決定テーブル1100により、検出したコストとそれまでのコストとの差分の絶対値(コスト変化1101)およびTOSから自通信局から何HOP先の通信局まで通知するののかという通知範囲1103を決定する(ステップ1407)。ここで得られた通知範囲1103をリンク状態通知パケット1200のヘッダ部201-AのHOP数フィールドに書き込む。

【0094】更に、情報部201-Bには、変化があったリンク数、発通信局アドレスと着通信局アドレスによるリンク識別、隣接リンク状態通知パケット700と同じくTOSの数、TOS及びコストを書き込むことによりリンク状態通知パケット1200を生成した後(ステップ1408)、該リンク状態通知パケット1200を、制御パケット発行部145により、上記隣接リンク状態通知パケット700で通知していない隣接通信局100に送信する(ステップ1409)。更に、リンク状態通知パケット1200は、それまでに他通信局から受信したリンク情報通知パケットの情報もまとめて送信する。

【0095】このリンク状態通知パケット1200の送信後、発通信局100では、テーブル更新処理部146により、上述したコスト変化に対する自通信局の各種テーブルの更新処理を行い(ステップ1410)、その後、通信品質検出ルーチン1400を終了する(ステップ1412)。なお、上記テーブル更新の具体的処理方法については後述する。

【0096】これに対して、上述したコスト比較(ステップ1404)の結果、検出したコストとそれ以前のコストが同じ場合には、隣接リンク状態通知パケット700のヘッダ部には所定の情報を、情報部には自通信局のアドレスのみを書き込み、検出した隣接リンクに対応する隣接通信局に送信し(ステップ1411)、その後、この一連の通信品質検出ルーチン1400を終了する(ステップ1412)。

【0097】図15は、各種テーブル更新ルーチン1500のフローチャートを示したものである。各種テーブル更新ルーチン1500は、リンクコストの変化があった場合に、図14に示した通信品質検出ルーチン1400、図16に示す隣接リンク状態通知パケット受信ルーチン1600、図17に示すリンク状態通知パケット受信ルーチン1700、図18に示す隣接リンク監視タイマexpireルーチン1800でそれぞれ用いられる。経路選択テーブル400、隣接リンク情報テーブル500、ネットワーク構成情報テーブル900、最適経路経由通信局テーブル1000を更新するためのサブルーチンで

ある。なお、これらのテーブル更新処理は、テーブル更新処理部146により行われる。

【0098】各種テーブル更新ルーチン1500の開始後(ステップ1501)、まずコストが変化したリンク102及びTOSのネットワーク構成情報テーブル900を更新する(ステップ1502)。そして、テーブル更新前よりコストが増加したかどうかの判定を行い(ステップ1503)、増加していれば、最適経路経由通信局テーブル1000からコスト変更リンクを含む宛先通信局アドレスを検索する(ステップ1504)。コストが減少していれば、最適経路経由通信局テーブル1000からコスト変更リンクを含まない宛先通信局アドレスを検索する(ステップ1505)。

【0099】次に、ネットワーク構成テーブル900からDijkstraのアルゴリズム等により検出した宛先アドレスとTOSに対するコストが最少となるような最適経路を再計算する(ステップ1506)。再計算した結果、最適経路がそれまでの最適経路と変更があったかどうかを確かめ(ステップ1507)、変更があった場合は最適経路経由通信局テーブル1000を更新し(ステップ1508)、更に自通信局からの送出先となる隣接リンクが変化するかどうかを確かめ(ステップ1509)、隣接リンクが変わった場合には経路選択テーブル400も更新する(ステップ1510)。最適経路に変更が無かった場合にはテーブルの更新は行わない。これらの再計算を、検索した宛先通信局数分だけ繰返し行った後で(ステップ1511)、各種テーブル更新ルーチンを終了する(ステップ1512)。

【0100】図16は、隣接リンク状態通知パケット受信ルーチン1600のフローチャートを示すものである。隣接リンク状態通知パケット受信ルーチン1600は、隣接リンク状態通知パケット700を受信した場合に通知された情報に応じて他通信局に通知し、自通信局の各種テーブルを更新するためのルーチンである。

【0101】隣接リンク状態通知パケット700を受信した場合(ステップ1601)、まず、パケット内の発信通信局アドレスから隣接リンクを認識し、隣接リンク情報テーブル500内の対応する隣接通信局エントリの監視カウンタを0に戻す(ステップ1602)。監視カウンタの扱いについては、隣接リンク監視タイマexpireルーチン1800で述べる。

【0102】次に、パケットの情報部にリンクコスト変化情報が書かれているかどうかを調べ(ステップ1603)、リンクコスト変化情報が書かれていれば、その変化情報に基づいて通知してきた隣接通信局以外の隣接通信局にリンク状態通知パケット1200により通知する。更に、自通信局の各種テーブルを更新する。リンク状態通知パケット1200による通知、各種テーブルの更新の方法については通信品質検出ルーチン1400のステップ7~10と同様である。(ステップ1604~

1607)

各種テーブル更新後、またバケットに変化情報が書かれていなかった場合は、隣接リンク状態通知バケット受信ルーチン1600は終了とする(ステップ1608)。なお、隣接リンク状態通知バケット700は隣接通信局間のみで交換されるバケットであり中継する必要はないため、受信の際にHOP数のチェックは行わない。

【0103】図17はリンク状態通知バケット受信ルーチン1700のフローチャートを示したものである。リンク状態通知バケット受信ルーチン1700は、リンク状態通知バケット1200を受信した際に通知された情報に応じて他通信局に中継し、自通信局の各種テーブルを行進するためのルーチンである。

【0104】リンク状態通知バケット1200を受信した場合(ステップ1701)、まずバケット情報部内のリンクコスト変化情報と自通信局が保持しているネットワーク構成情報テーブル900を比較して(ステップ1702)、受信した情報が以前受信した情報と同一かどうかを識別する(ステップ1703)。つまり、リンク状態通知バケット1200は受信隣接リンクに対応する隣接通信局以外の隣接通信局全部に送信するため、図1に示したネットワーク構成においてループを構成している通信局101間(例えば通信局A、B、C間や通信局B、D、E間等)では同一の情報を持つリンク状態通知バケット1200が巡回することがある。この様な無意味なバケットによるトラヒックを削減するため、リンク状態通知バケット1200を受信した通信局101では巡回してきたバケットが新規の変化情報を通知するためのものかどうかを識別する必要がある。以前受信したリンク状態通知バケット1200であれば、ネットワーク構成情報テーブル900は更新されているはずであるので、このテーブル情報と比較する。

【0105】受信したリンク状態通知バケット1200が新規なものであれば、次に受信バケットの共通ヘッダ部内のHOP数を調べる(ステップ1704)。HOP数が有効であればHOP数をデクリメントすることで更新し(ステップ1705)、受信したリンク以外の隣接通信局にリンク状態通知バケット1200を中継、送信する(ステップ1706)。HOP数が無効(0)であれば、リンク状態通知バケット1200発信通信局からの通知範囲が自通信局までであるので、中継は行わない。その後、変化情報に応じて、各種テーブルを更新するために図15に示した各種テーブル更新ルーチン1500の処理を行う(ステップ1707)。

【0106】各種テーブル更新後、また受信バケットが巡回してきたものであった場合、リンク状態通知バケット受信ルーチン1700は終了する(ステップ1708)。

【0107】図18は、隣接リンク監視タイマexpireルーチン1800のフローチャートを示すものである。各

通信局101は、隣接通信局との間でリンクコストの変化情報の有無に関わらず隣接リンク状態通知バケット700を一定周期で交換し合うことによって、リンク102の連続性のチェックを行っている。

【0108】この一定周期は、各通信局101が隣接リンク毎に持つ隣接リンク監視タイマ(タイマ16の計時時間を基にタイマ監視部147で監視する)によって管理されており、隣接リンク監視タイマexpireルーチン1800は、このタイマのexpireつまり一定周期以内に隣接リンク状態通知バケット700を受信しなかった場合の処理のためのルーチンである。

【0109】隣接リンク監視タイマがexpireすると(ステップ1801)、先ず隣接リンク情報テーブル500を検索することで、該当する隣接リンクが連続して何回タイマexpireしたかを調べる。連続して何回タイマexpireしたかは隣接リンク情報テーブル500の監視タイマ値を調べることで行える(ステップ1802)。

【0110】監視タイマが規定値に(例えば3)に達すれば、隣接リンクは回線断であると判断し、リンク状態通知バケット1200により他通信局に通知すると共に自通信局の各種テーブルを更新する。但し、リンク状態の通知が回線断であるため、通知範囲を通知可能な最大値に設定して行う。リンク状態通知バケット1200を生成して送信する処理(ステップ1803、1804)、及び送信後の各種テーブルの更新処理(ステップ1805)は、通信品質検出ルーチン1400で説明したステップ1408~1410と同じである。また、監視カウンタの値が規定値以下の場合には、監視カウンタをインクリメントして更新する(ステップ1806)。このカウンタは、隣接リンク状態通知バケット700を受信するとクリアされて0になる。各種テーブル更新後、あるいは監視タイマ更新後、隣接リンク監視タイマexpireルーチン1800は終了する(ステップ1807)。

【0111】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、通信局において、連続的に変化する自通信局の状態と隣接通信局とのリンク状態とにより検出される通信品質を対象にそのランク付けを行い、この通信品質のランク単位の変化毎にリンク状態通知情報を通知すると共に、併せて該リンク状態通知情報の通知範囲を上記ランクに応じて制限するようにしたため、連続的な値で変化する通信品質の当該連続的な変化に合わせてその都度状態変化を通知する場合に比べてTOSルーティング用の制御バケットを大幅に削減できるとともに、該制御バケット数の低減と上記制御バケットの通知範囲の制限との相乗的な作用により、ネットワークの状態変化の通知及び経路選択テーブルの更新の高速性が見込め、結果として、各通信局におけるネットワーク状態の変化に応じた最適な経路選択を可能にして効果的なデータ通信を実現できると

いう優れた利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる通信システムのネットワーク構成を示す図。

【図2】本発明システムにおける通信局の機能構成を示すブロック図。

【図3】本発明システムにおける通信局の要部詳細構成を示すブロック図。

【図4】本発明システムで用いられるプロトコルスタックの一例を示す図。

【図5】本発明システムで用いられるNPパケットのフォーマットを示す図。

【図6】本発明システムで用いられる経路選択テーブルの構成図。

【図7】本発明システムで用いられる隣接リンク情報テーブルの構成図。

【図8】本発明システムで用いられる隣接リンク状態通知パケットのフォーマットを示す図。

【図9】本発明システムで用いられるネットワーク構成情報テーブルの構成図。

【図10】本発明システムで用いられる最適経路経由通信局テーブルの構成図。

【図11】本発明システムで用いられる通知範囲設定テーブルの構成図。

【図12】本発明システムで用いられるリンク状態通知パケットフォーマット構成図。

【図13】本発明システムでの送信要求ルーチンを示すフローチャート。

【図14】本発明システムでの通信品質検出ルーチンを示すフローチャート。

【図15】本発明システムでの各種テーブル更新ルーチンを示すフローチャート。

【図16】本発明システムでの隣接リンク状態通知パケット受信ルーチンを示すフローチャート。

【図17】本発明システムでのリンク状態通知パケット受信ルーチンを示すフローチャート。

【図18】本発明システムでの隣接リンク監視タイマe

x p i r eルーチンを示すフローチャート。

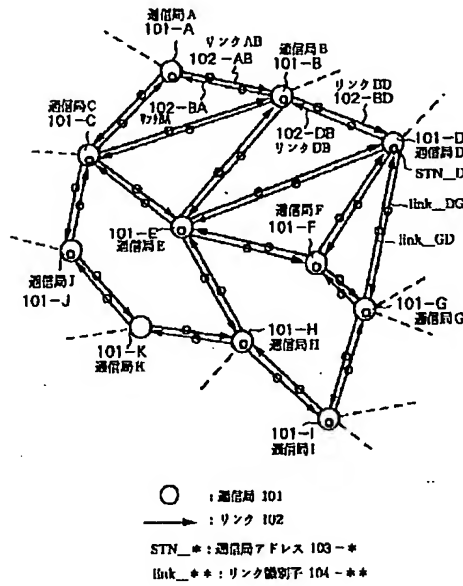
【図19】従来システムで用いられる全通信局E-Eコスト情報テーブルの構成図。

【図20】従来システムで用いられるE-E経路情報通知パケットのフォーマットを示す図。

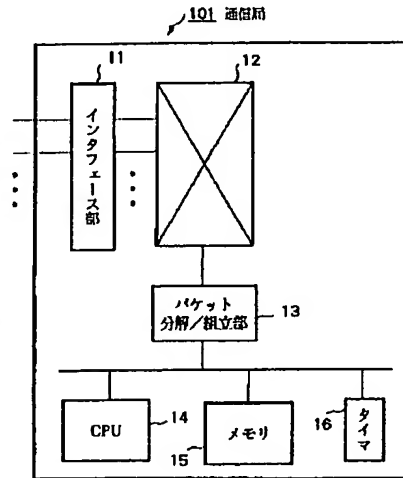
【符号の説明】

- 101 通信局
- 11 インタフェース部
- 12 スイッチ部
- 10 13 パケット分解／組立部
- 14 CPU
- 141 通信品質検出部
- 142 ランク付け部
- 143 変化検出部
- 144 リンク状態通知範囲制限部
- 145 制御パケット発行部
- 146 テーブル更新処理部
- 147 タイマ監視部
- 148 経路選択部
- 20 15 メモリ
- 400 経路選択テーブル
- 500 隣接リンク情報テーブル
- 900 ネットワーク構成情報テーブル
- 1000 最適経路経由通信局テーブル
- 1100 通知範囲設定テーブル
- 16 タイマ
- 102 リンク
- 200-1 ルーティングプロトコル
- 200-2 ネットワークプロトコル
- 30 200-3 AAL
- 200-4 ATM
- 300 NPパケット
- 600 全通信局E-Eコスト情報テーブル
- 700 隣接リンク状態通知パケット
- 800 E-E経路情報通知パケット
- 1200 リンク状態通知パケット

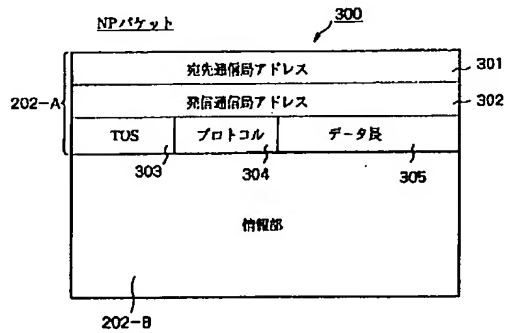
【図1】



【図2】



【図5】

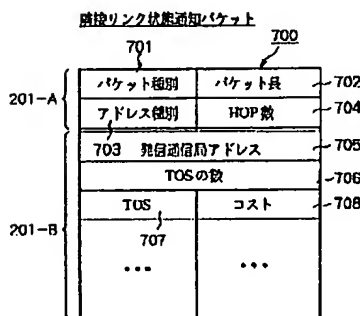


【図6】

経路選択テーブル

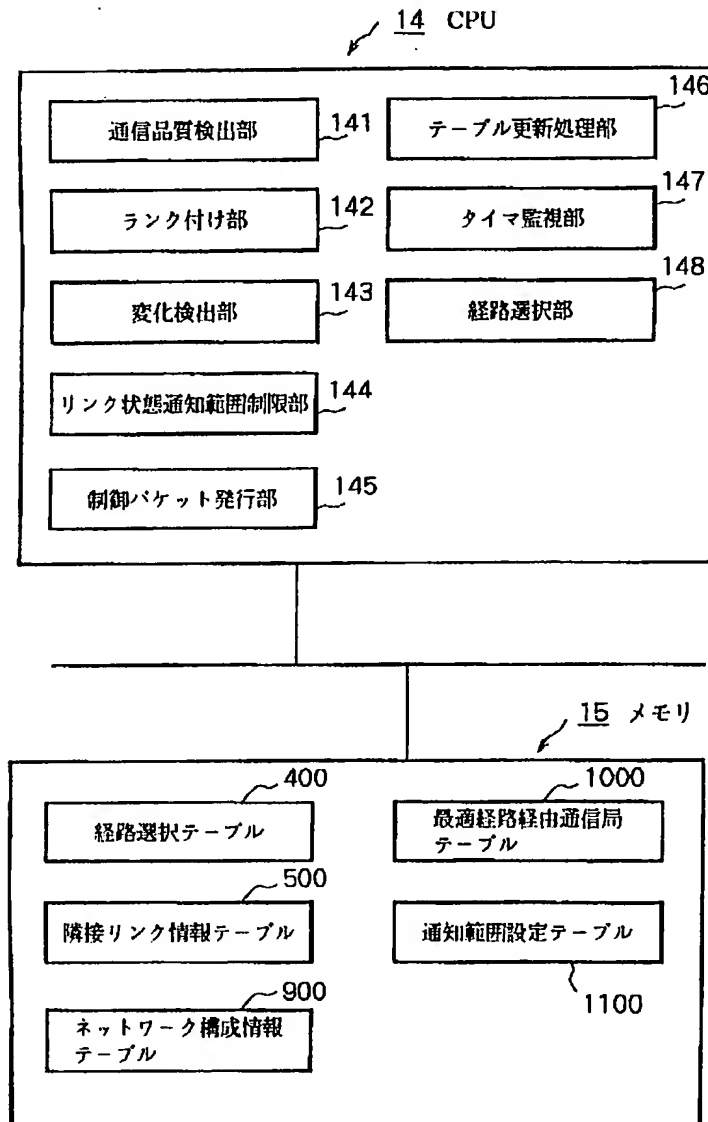
宛先通信局アドレス	TOS	リンク識別子
STN_A	delay loss thrwpt payment	link_EB link_ED link_EC link_EB
STN_D	delay loss thrwpt payment	link_EB link_ED link_EC link_EB
...	...	...

【図8】





【図3】



【図7】

隣接リンク情報テーブル

501	502	503	500	504
隣接通信局	TOS	コスト	累積カウンタ	
STN_B	delay	2	0	
	loss	3		
	thrwpt	8		
	payment	1		
STN_C	delay	1	1	
	loss	3		
	thrwpt	2		
	payment	1		
...	...	...	...	...

【図9】

ネットワーク構成情報テーブル

901	902	903	900	904
発通信局アドレス	着通信局アドレス	TOS	コスト	
STN_A	STN_B	delay	2	
		loss	3	
		thrwpt	1	
		payment	2	
STN_A	STN_C	delay	5	
		loss	2	
		thrwpt	3	
		payment	6	
STN_B	STN_A	delay	1	
		loss	2	
		thrwpt	1	
		payment	4	
STN_B	STN_C	delay	1	
		loss	2	
		thrwpt	3	
		payment	4	
STN_B	STN_E	delay	3	
		loss	4	
		thrwpt	7	
		payment	2	
...	...	...	...	...

【図10】

最速経路経由通信局テーブル

1001	1002	1003	1000
宛先通信局アドレス	TOS	中継通信局	
STN_A	delay	STN_B	
	loss	STN_A	
	thrwpt	STN_C	
	payment	STN_A	
STN_B	delay	STN_B	
	loss	STN_D	
	thrwpt	STN_B	
	payment	STN_B	
...	...	...	...

【図12】

リンク状態通知パケット

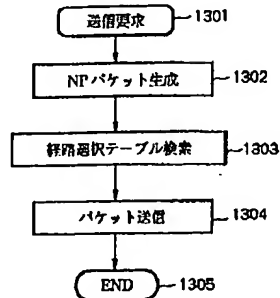
201-A	1200
共通ヘッダ	
リンク数	1201
発通信局アドレス1	1202-1
着通信局アドレス1	1203-1
TOSの数	1204-1
TOS	コスト
...	...
1205-1	
発通信局アドレス2	1202-2
着通信局アドレス2	1203-2
TOSの数	1204-2
TOS	コスト
...	...
1205-2	...

【図11】

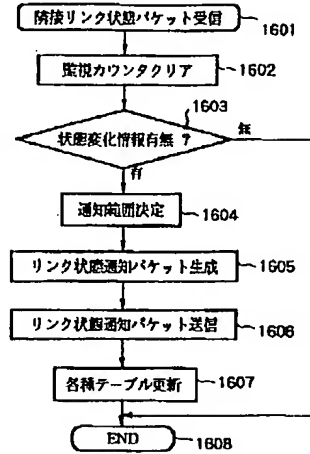
通知範囲設定テーブル

1101	1102	1103
コスト変化	TOS	通知範囲
1	delay	3
	loss	5
	thrwpt	2
	payment	5
2	delay	5
	loss	10
	thrwpt	4
	payment	10
3	delay	9
	loss	14
	thrwpt	6
	payment	15
4	delay	12
	loss	18
	thrwpt	8
	payment	20
...	...	...

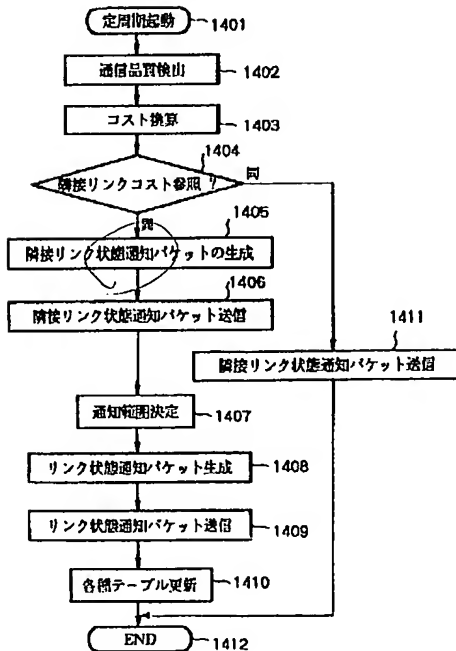
【図13】



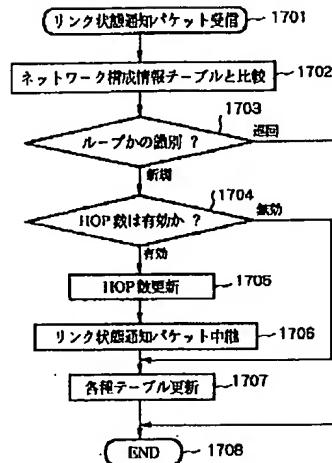
【図16】



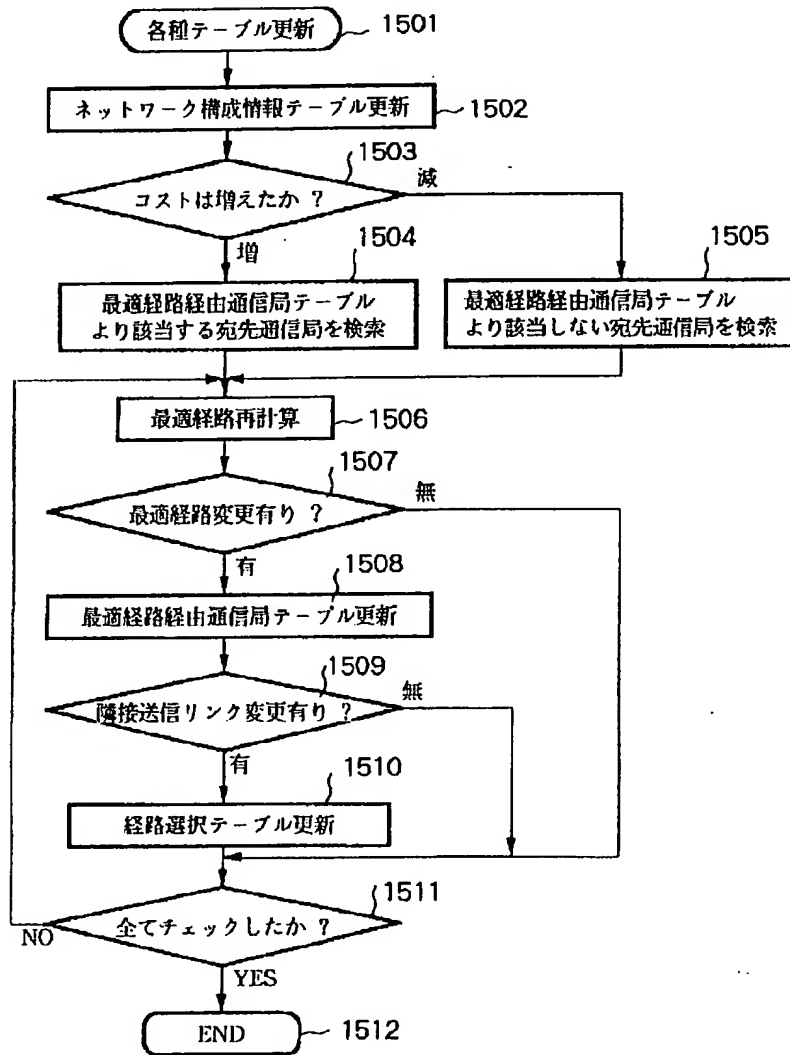
【図14】



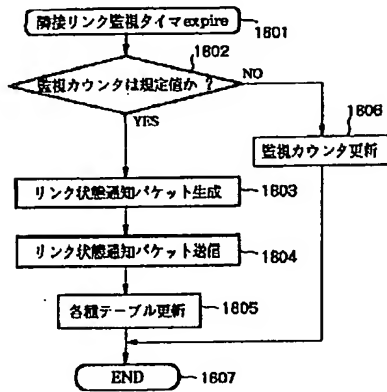
【図17】



【図15】



【図18】



【図19】

全通信局R-ECコスト情報テーブル

宛先通信局識別子	TOS	次通信先通信局	コスト
STN_A	delay	STN_B	3
	loss	STN_D	5
	thrwpt	STN_C	2
	payment	STN_B	1
STN_B	delay	STN_B	5
	loss	STN_D	3
	thrwpt	STN_C	4
	payment	STN_B	6
...	...	...	...

【図20】

